

Cambio tecnológico y organización industrial

Josep M^a Vegara i Carrió

*Departamento de Teoría Económica
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Autónoma de Barcelona
08193 Bellaterra - Barcelona*

Cambio tecnológico y organización industrial

RESUMEN

Este artículo continúa las reflexiones expuestas en el libro del mismo autor "Ensayos Económicos sobre innovación tecnológica", Alianza, 1989, enfatizando en especial las aportaciones de Abernathy sobre los diferentes patrones de innovación, sus relaciones y las posibilidades de rejuvenecimiento industrial, sobre todo por las posibilidades abiertas por la automatización flexible y el diseño modular con cambios en la proporción costes fijos-costes variables.

Technological Change and Industrial Organization

ABSTRACT

This paper continues the line of thought about innovations followed in the book, by the same author, "Ensayos Económicos sobre innovación tecnológica", Alianza, 1989. The emphasis lies on the Contribution by Abernathy about the possibilities of industrial renewal thanks to flexible automatization and modular design.

Cambio tecnológico y organización industrial*

INTRODUCCIÓN

La temática convencional relacionada con el cambio tecnológico y la organización industrial se halla todavía dominada por la denominada herencia schumpeteriana, es decir, por el análisis de las relaciones existentes la intensidad inventiva o innovadora -según el autor- y la estructura del mercado y/o la dimensión de las empresas; más concretamente, se busca la relación causal positiva que se supone incide de la dimensión y/o de la concentración a la intensidad inventiva o innovadora.

Este enfoque ha sido cuestionado por las limitaciones teóricas de su sesgo unidireccional y por el propio análisis empírico: en definitiva, es preciso pues considerar los efectos del cambio tecnológico sobre los elementos determinantes de la organización industrial.

Se trata de incorporar los mencionados elementos en un análisis más integrado de los determinantes de la innovación. Más modestamente, se realiza pues una aproximación al impacto inverso sobre las barreras a la entrada, las economías de escala, el aprendizaje por medio de la práctica y la miniaturización.

La mayor parte de los trabajos analizados proceden de la economía norteamericana, poco abierta al exterior; incluso en un contexto de este tipo, la situación cambia cuando los sectores o la economía en su conjunto se abren al exterior y las importaciones sectoriales cobran importancia.

En el caso español, la incorporación a la CEE y la perspectiva de la aplicación del Acta Unica tendrán una relevancia extraordinaria. De todos modos, en el caso español, sería más relevante -por el momento- el análisis del tema en relación con la transferencia -asimilación pero- con alguna meritoria excepción- el tema no ha sido explorado.

En un contexto más amplio, es lógico plantearse si existen patrones regulares -únicos o no- de desarrollo de las industrias que interrelacionen las modalidades

* Ponencia invitada al II Congreso Nacional de Economía, La Coruña, diciembre 1989, y presentada en Pedralbes, el 30 de enero de 1990, en el marco del Seminario de Economía Española.

del cambio técnico con la evolución de la estructura del mercado, la estandarización del diseño, la aparición de economías de escala, etc.; y tiene también interés perfilar si éstos patrones son unidireccionales o bien existen ciertos márgenes de reversibilidad y flexibilidad. Los patrones expuestos se refieren a los que se ponen de manifiesto en el proceso de surgimiento y consolidación de nuevas industrias, como consecuencia de innovaciones radicales.

LA TEMÁTICA CONVENCIONAL*

Uno de los temas centrales de la Organización Industrial lo constituye el análisis de la relación existente entre la intensidad innovadora -por una parte- y la concentración y el tamaño, por otra. Este aspecto acostumbra a insertarse en el marco de la denominada herencia de Schumpeter (Baldwin, 1987; p. 75).

Schumpeter insistió -especialmente en su obra *Capitalismo, Socialismo y Democracia* (1942)- en las ventajas de la dimensión en relación con la capacidad de innovación y, en menor medida, en el papel de la estructura de mercado (Nelson, Winter; 1982, p. 279-281/Mansfield, 1968; p. 203).

Nuestro autor situó -como es bien sabido- la innovación en el centro de su análisis del desarrollo económico; su incentivo psicológico podía ser diverso pero el económico lo constituía la obtención de beneficios diferenciales. En este contexto -en el que la innovación no era necesariamente tecnológica- introdujo la problemática de las dimensiones y del poder de mercado (de modo sui generis). Schumpeter no elaboró analíticamente su formulación pero sí la incorporó con convicción a su "visión" de la lógica del desarrollo económico.

Tal como expuso en su obra de (1942): "En cuanto entramos en detalles y tomamos en consideración cada uno de los artículos en que el progreso ha sido más manifiesto esta pista no conduce a las puertas de las empresas que trabajan en condiciones de competencia relativamente libre, sino precisamente a las puertas de los grandes concerns... y se nos trasluce una enorme sospecha, esto es, la de que la gran empresa ha contribuido a la creación de ese nivel de vida más bien que a su contracción" (Schumpeter, 1942: p. 18, ed. cast.).

* En relación con la problemática de esta ponencia resulta de gran utilidad el texto de Kamien & Schwartz (1982) y el de Baldwin & Scott (1987). El trabajo sobre la "nueva Organización Industrial" escrito por Jacquemin (1987) constituye un excelente panorama de los nuevos enfoques teóricos pero apenas roza el tema; lo mismo puede afirmarse -con la excepción de un artículo- del conjunto de trabajos incluidos en Bresnahan & Schmalensee (1987). Los escasos trabajos sobre la problemática que nos ocupa y relativos a la economía española tiene como catalizador las *Jornadas de Economía Industrial* organizadas por la Fundación Empresa Pública.

La formulación tiene una componente aparentemente dubitativa; más adelante nuestro autor tampoco cierra ninguna alternativa; en efecto, sostiene que tan "concebible es, ciertamente, que un sistema de cartels omnipresentes pueda sabotear todo progreso como que pueda realizar con menores costes sociales y privados todos los resultados que se atribuyen a la competencia perfecta" (Schumpeter, 1942; p. 130, ed. cast.).

De todos modos y en definitiva, la posición de nuestro autor se inclinó de modo definido en el sentido de sostener que la gran empresa juega el papel motor del proceso de destrucción creadora que construye el núcleo esencial del desarrollo económico. En su visión prospectiva del desarrollo capitalista, la gran empresa -burocratizada en su función empresarial, innovadora- constituye asimismo un elemento crucial.

No obstante, el aspecto que nuestro autor destacó de modo contundente se refería a la incompatibilidad de la innovación con la competencia perfecta. En sus propias palabras: "La introducción de nuevos métodos de producción y de nuevas mercancías es difícilmente concebible si existe desde un principio una competencia perfecta y perfectamente rápida. Y esto significa que casi todo lo que llamamos progreso económico es incompatible con ella" (Schumpeter, 1942; p. 147 / Mason, 1951 / Vegara, 1989; Cap. 3).

Es preciso centrarse en: "la competencia que da lugar a una superioridad decisiva en el costo o en la calidad y que ataca no ya a los márgenes de los beneficios de las empresas existentes, sino a sus cimientos y su misma existencia". (Schumpeter, 1942; p. 122). Este concepto de competencia que otorga una superioridad decisiva es la versión schumpeteriana de la "innovación radical" a la que nos referiremos más adelante; retuvo su atención prioritaria dado su interés por el análisis del ciclo económico y el papel que en su dinámica jugaban las agrupaciones de innovaciones importantes o radicales.

En definitiva y citando un párrafo bien conocido: "El capitalismo es, por naturaleza, una forma o método de transformación económica y no solamente no es jamás estacionario, sino que no puede serlo nunca... El impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista" (Schumpeter, 1942; p. 120).

E.S. Mason resumió la posición de nuestro autor sobre este tema indicando que la "esencia" de la posición de Schumpeter es que el poder en el mercado es necesario para la innovación y que la innovación es el centro de la competencia efectiva" (Mason, 1951; pág. 190). Un tema a dilucidar es si se trata del poder de mercado en el sentido convencional del poder que deriva de una estructura oligopolítica o monopolística relativamente estabilizada o bien del poder

mercado transitorio que deriva del dominio de los elementos que constituyen una innovación.

De todos modos e independientemente de las posiciones concretas que sostuviera Schumpeter -tal como se ha indicado ya- la relación entre la concentración y las dimensiones, por una parte, y la progresividad innovativa -por otra- constituyen un tema central del desarrollo de la Organización Industrial.

Las causas del efecto convencional. Por lo que se refiere a las relaciones existentes entre el tamaño y la capacidad de investigación y desarrollo (I-D), se parta de la idea de la existencia de economías de escala en esta gama de actividades (Lafuente, Salas, Yagüe; 1985) por otra parte, las posibilidades de diversificación reducen el riesgo (Nelson, 1959); de este modo, el tamaño proporcionaría ventajas en el proceso de innovación.

Un refinamiento lo constituye la introducción de un umbral, de una dimensión mínima para hacer viable el desarrollo de la actividad inventiva e innovadora (Nelson, Peck y Kalachek, 1967); no obstante, este rasgo no ha alcanzado un consenso suficientemente amplio (Baldwin, 1987; p. 111).

Por otra parte, el poder de mercado proporcionaría una mayor seguridad, así como unas perspectivas de mayor duración y estabilidad en lo relativo a la apropiación de las quasi-rentas diferenciales generadas por una innovación concreta (Nelson, Winter, 1982; p. 280). De este modo la concentración afectaría positivamente a la rentabilidad de las innovaciones con éxito pero se trataría, no tanto de la concentración de mercado en el sentido convencional como del monopolio transitorio asociado al control de una innovación.

Señalemos, por otra parte, que Dasgupta y Stiglitz (1980) han criticado -con razón- la interpretación causal de los hallazgos empíricos relativos a las relaciones existentes entre tamaño y concentración, por una parte, e intensidad inventiva o innovadora por otra.

La dirección de la influencia o de la causalidad. Como destacaron en su conocido panorama Kamien y Schwartz refiriéndose a su propia obra: el "grueso de la investigación a la que se hace referencia en esta obra, sin embargo, se refiere al impacto de la estructura del mercado sobre la innovación (Kamien, Schwartz, 1982; p. 3). No obstante, en el contexto de la competencia concebida en términos schumpeterianos "existe también un flujo en sentido inverso. Los innovadores exitosos que no son objeto de rápida imitación pueden invertir sus beneficios y crecer en comparación con sus competidores..." (Nelson, Winter, 1982; p. 281).

Dicho de otro modo y como ha indicado Levin: se "ha escrito mucho menos sobre el impacto recíproco del progreso tecnológico sobre la estructura del mercado, si bien Schumpeter reconoció claramente que la relación existente

entre la innovación y la estructura del mercado era de interdependencia mutua" (Levin, 1978; pág. 347).

En definitiva, es indiscutible que se ha infravalorado la causalidad inversa, o sea de la innovación a los otros elementos, sea el tamaño, la concentración u otras variables que caracterizan la estructura industrial.

EVIDENCIA EMPÍRICA DE LOS EFECTOS CONVENCIONALES

Los panoramas más recientes no permiten extraer conclusiones ni tajantes ni convincentes sobre la relación existente entre concentración y tamaño -por una parte- y progresividad innovadora, por otra; así, por ejemplo, Coombs et al. indican: "La literatura sobre la relación entre la estructura del mercado, las dimensiones de la empresa y la innovación es voluminosa pero no ha sido capaz de conseguir una conclusión sólida" (Coombs et al. 1988; p. 296).

Dimensiones y concentración: como tendremos ocasión de constatar, la evidencia empírica existente no es concluyente:

a) el tema de la **dimensión** acumula una amplia literatura.

El estudio de Mansfield (1968b) cubre las principales innovaciones del período 1918-1958 en tres industrias básicas: la del acero, la del refino de petróleo y la del carbón bituminoso. Su unidad de análisis la constituye las cuatro mayores empresas de cada una de las mencionadas industrias y el resultado principal consiste en detectar que en refino y en carbón dichas empresas son responsables de una proporción mayor de innovaciones que su porcentaje de producción correspondiente; en la industria del acero la relación es la inversa. Lógicamente, para nuestro autor la principal conclusión del estudio es -obviamente- la existencia de relaciones desiguales, distintas según las industrias.

Uno de los trabajos recientes más elaborados y que obtiene conclusiones negativas sobre la incidencia de las dimensiones es el efectuado por Cohen, Levin y Mowery (1987); sus conclusiones las sintetizan del modo siguiente: "Nuestras investigaciones ponen de manifiesto que entre las unidades empresariales (business units) que realizan actividades del I-D, no existe una relación significativa entre el tamaño y la intensidad de I-D si se separan las influencias de la unidad empresarial y las dimensiones de la empresa con el fin de controlar las diferencias interindustriales en el entorno de inversión en I-D, así como si se eliminan los datos anómalos". (Cohen, Levin, Mowery, 1987; p. 193). Los resultados de signo opuesto obtenidos por otros autores los atribuyen a "una atención insuficiente a las observaciones anómalas y a los efectos interindustriales y no al uso de una técnica de estimación inadecuada" (pág. 194).

b) La temática del poder de mercado ha sido objeto de menor atención (Baldwin, 1987; pág. 89). Ahora bien, la evidencia empírica contrastada no es, tampoco en este caso, concluyente; trabajos pioneros suscitaban ya dudas sobre la solidez de las mencionadas relaciones.

El estudio de Maclaurin (1954), cubriendo trece industrias y relativo al período 1925-50, concluía que “la progresividad tecnológica no puede ser correlacionada directamente con los aspectos monopolísticos que he destacado”; Baldwin comenta que tenían mayor importancia otras fuerzas como el estado de la ingeniería específica y la extensión del liderazgo empresarial por parte de individuos con preparación ingenieril y científica (Baldwin 1987; p. 65); lo cual supone afirmar una cierta lógica autónoma de la ciencia y de la tecnología específica de cada campo.

En un estudio publicado en 1967, Scherer analiza hasta qué punto el esfuerzo de invención e innovación aumenta con la concentración, la producción total (y otras variables). En el estudio incluyó un conjunto de variables dummies para tomar en consideración las oportunidades tecnológicas; así, pudo agrupar las industrias en a) mecánicas b) eléctricas c) químicas y d) industriales tradicionales, además de distinguir entre industrias de bienes duraderos/no duraderos, de consumo/de bienes de producción y de mercado regional/mercado nacional.

El resultado común que resulta de los modelos que desarrolla es el siguiente: “Cuando se introducen las variables dummies, el poder explicativo experimental de la concentración se reduce fuertemente” (Scherer, 1967; pág. 245 del libro de 1986).” Un análisis adicional muestra que las dummies por clases tecnológicas compiten con la concentración en relación a la capacidad explicativa por cuanto se hallan correlacionadas positivamente” (pág. 245).

Su interpretación consiste en sostener que la “innovación tecnológica asociada a la oportunidad (tecnológica: JMV) ha dado lugar a la concentración” (pág. 245). Sería pues un test del efecto en dos direcciones; dicho de otro modo, la “explotación exitosa de oportunidades favorables puede haber facilitado un crecimiento especialmente rápido en la participación en el mercado de las empresas innovadoras, contribuyendo de este modo a la concentración superior a la media” (pág. 245).

Los ya citados Kamien y Schwartz constatan -como es bien conocido- que las “dos relaciones que más frecuentemente se intentan verificar con que la intensidad investigadora aumenta con la concentración de mercado y aumenta también con las dimensiones... (Kamien y Schwartz, 1982; p. 87)... En el caso de la concentración de mercado hallaron que existe escaso consenso, pero destacan que parecen existir importantes efectos industriales y que el grado de oportunidad tecnológica a nivel industrial puede ser una influencia de primer orden sobre la intensidad investigadora (Demostrada en primer lugar por

Scherer, 1965). En el caso de las dimensiones de la empresa sugieren la existencia de un cierto consenso en torno al punto de vista de que la intensidad investigadora aumenta hasta un cierto nivel y luego disminuye. Pero de nuevo agregan la precaución de que el panorama se halla probablemente más afectado por variables específicas de cada industria y que no han sido incluidas en el análisis.

En un trabajo de los ya citados autores -Levin, Cohen, Mowery- habían analizado la problemática de la concentración; en sus conclusiones afirman haber hallado una relación positiva, convencional; ésta, no obstante, se amortiguaba radicalmente si se tomaban en consideración las diferencias interindustriales así como las disparidades en la capacidad de apropiación de los beneficios extra (Levin, Cohen, Mowery, 1985).

LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

Las oportunidades tecnológicas juegan un papel imprevisto en la problemática que nos ocupa. Un modo de interpretar el concepto es en términos de la probabilidad de obtener innovaciones tecnológicas exitosas derivadas de las condiciones específicas de la oferta de ciencia y tecnología en cada campo concreto; estas probabilidades son -como ha destacado con vigor y acierto Rosenberg (1976; Cap. 15)- muy distintas según los diversos campos de cambio tecnológico sobre cuya base operan los distintos campos de la actividad económica.

En este contexto, la explicación crucial de la varianza puede provenir de las diferencias técnico-industriales y no del par-tamaño-concentración. Así, por ejemplo, en un estudio pionero, Scherer (1965) considerando el número de patentes como indicador de actividad inventiva y las ventas como medida del tamaño y con datos relativos a 1955 halló un coeficiente de determinación de 0,42, coeficiente que interpretó como "reflejo de la respuesta del output inventivo al tirón global de la demanda (Scherer, 1965; p. 177). Ahora bien, la existencia de diferencias substanciales entre industrias no permite esta interpretación simple. Scherer realiza los ajustes tomando en consideración las diferencias por industrias y obtiene un coeficiente igual a 0,84, duplicando pues el porcentaje de la varianza total explicada.

Así pues, según nuestro autor -en este estudio relativo a la actividad inventiva- las "oportunidades tecnológicas, en este contexto, pueden estar relacionadas en parte con las tradiciones industriales o con las condiciones de la demanda que no se manifiestan simplemente en el volumen de ventas, pero lo más verosímil es que se hallan asociadas a las condiciones dinámicas de la oferta

dependientes a su vez del avance global de los conocimientos científicos y tecnológicos" (Scherer, 1965; pág. 177).

Las existencias de "oportunidades tecnológicas; distintas según los diversos sectores y subsectores, guardan estrecha relación con el desarrollo autónomo, diferenciado, que caracteriza a las diversas tecnologías (basadas o no en las ciencias). Así, como se ha destacado en repetidas ocasiones, la sucesión de industrias mecánicas, químicas y eléctricas, a lo largo del siglo XIX tiene fuertes condicionantes económicos pero guarda asimismo una estrecha relación con la mayor o menor madurez y dificultad de los campos respectivos del conocimiento práctico y teórico.

Cobra pues relevancia el hecho de la autonomía relativa del desarrollo de la ciencia y de la tecnología, que no responde de modo lineal y directo a variables económicas como la concentración, la dimensión, etc. sino que se halla dotada -hasta cierto punto- de una lógica propia (responde a problemas internos)- o bien a estímulos que no son económicos en sentido estricto (Rosenberg, 1976; Cap. 6).

Como ha destacado Rosenberg, los conocimientos científicos y tecnológicos no constituyen un pool indiferenciado del que se extraen los necesarios en cada momento; por el contrario, constituyen un conjunto complejo, desigual, articulado, con distintas capacidades de dar respuestas a problemas, aún modificando la magnitud de los recursos asignados (Rosenberg, 1976; Cap. 15).

En definitiva -y retomando de nuevo el eje argumental- no puede pretenderse demostrada la existencia de una relación crucial entre concentración y dimensiones e intensidad innovadora. Tamaño y concentración son -por otra parte- parámetros que contribuyen a configurar la estructura del mercado pero existen otros rasgos que inciden sobre la temática que nos ocupa.

La problemática en la que se engloba, de hecho, la relación existente entre dimensiones, concentración e intensidad innovadora debería ser la más amplia de los "determinantes de la innovación". Examinaremos esta ampliación de la problemática más adelante. Esta afirmación pone en relieve -de modo sintético- la dificultad de la problemática que nos ocupa.

Innovación propia y asimilación: Señalemos, por otra parte, que al medir la progresividad innovadora de las diversas industrias y sectores es común privilegiar la capacidad innovativa autónoma, propia de cada sector. ¿Por qué infravalorar la capacidad de asimilar y adaptar innovaciones generadas inicialmente en otros sectores?

En los USA, el sector de la microelectrónica ha proporcionado una parte muy relevante de las innovaciones que han impulsado tecnológicamente al sector de los ordenadores (Dorfman, 1987; Cap. 8/Flamm, 1987).

La fotolitografía, por ejemplo -proceso clave en el desarrollo de la microe-

lectrónica- se afirmó inicialmente en las artes gráficas y en operaciones de fresado químico (Vegara 1989; Cap. 5).

Asimismo en los USA, buena parte de las innovaciones que se manifiestan en el sector del automóvil tiene su origen en otros sectores:

- los microprocesadores, aplicados especialmente a la regulación electrónica del encendido, proceden de la industria microelectrónica (Flamm, 1987/ Dorfman, 1987; Cap. 8).

- el turbocompresor (Williams, 1982; Cap. 22) y el control electrónico del frenado se desarrollaron inicialmente en la aviación (Altshuler 1984; Cap. 4).

En rigor, el sector del automóvil -especialmente a partir de mediados de los años setenta- es fuertemente importador y adaptador de innovaciones generadas e implantadas inicialmente en otros sectores; su papel adaptador a problemas determinados y a prestaciones específicas no se puede minimizar (Altshuler et al, 1985; Cap. 4). Ciertamente no posee el mismo impacto innovador el primer microprocesador (Intel 4004) que incorporar un microprocesador ya existente a un conjunto de sensores y elementos activos para constituir un sistema de regulación de la carburación; no obstante, la innovación "derivada" constituye un elemento novedoso en el mercado del automóvil y que denota una capacidad innovadora diferencial según las diversas empresas.

FORMAS Y CAUSAS DE RELACIÓN INVERSA

La relación inversa se halla de hecho presente en la concepción de Schumpeter de la "destrucción creadora", expresión con la que designa los efectos transformadores de la innovación; Phillips fue uno de los primeros autores en plantear y analizar el tema (Phillips, 1966, 1971).

En definitiva, puede existir una relación -no necesariamente a corto plazo- entre innovación y estructura del mercado; así, una empresa fuertemente innovadora aumentará muy probablemente su cuota de mercado debido a su mayor crecimiento de las ventas, modificando, en su favor, la estructura del mercado. Este sería un claro ejemplo de efecto inverso económico. A nivel tecnológico el efecto inverso incide básicamente a través de las economías de escala y de las barreras a la entrada.

Barreras a la entrada. El cambio tecnológico incide sobre las diversas modalidades de barreras a la entrada (Mann, 1966/Cap. 7 de Cockerill, 1974); aunque su efecto no es siempre incrementarlas.

Así, por ejemplo, el cambio tecnológico y la reducción de costes en la industria de los microprocesadores ha reducido de modo muy importante la inversión mínima necesaria para la producción de micro-ordenadores, facilitan-

do la entrada y dando lugar a una notable proliferación de marcas (Braun, Macdonald, 1984/Wilson et al., 1980/Anderla, Dunning 1987/Weil, 1982). En el caso de los "clónicos" inciden además otros factores que no se hallan directamente relacionados con el cambio tecnológico.

Un caso especial de consolidación de barreras a la entrada es el siguiente: la afirmación del papel dominante de IBM en el campo de los ordenadores -ya en los años 50- debe mucho a su control de casi un 90 por ciento del mercado de máquinas tabuladoras de fichas perforadas; ello comportaba la existencia de un inmenso stock de información en fichas, las cuales constituían el elemento estándar de entrada de datos en los ordenadores de la época, lo cual operaba como una potente barrera a la entrada (Dorfman, 1987; p. 55/Bashe et al., 1986; Cap. 1).

Las economías de escala: Como es bien sabido, las economías de escala no tienen la misma importancia en todos los sectores; como muestra de ello basta referirse al estudio realizado por Pavitt sobre la innovación técnica en Gran Bretaña y a sus conclusiones relativas a este tema: "Las economías de escala han sido importantes en la industria del hierro y del acero y en todas las restantes industrias de proceso, mientras que las economías de aprendizaje han sido importantes en la industria de componentes electrónicas (...)" (Pavitt, 1980, pág. 5). La referencia de aa.vv. (1982) sobre el sector automóvil es, por su parte, nítida: "seguramente la característica dominante del proceso de producción del automóvil lo constituye la importancia de las economías de escala" (aa.vv. 1982; p. 20).

Como es bien conocido, la relación superficie-volumen explica aspectos básicos de las economías de escala en las industrias de proceso; con frecuencia la extensión del mercado limita las dimensiones físicas pero la resistencia de los materiales también marcan límites (Pratten, 1988). La disponibilidad de nuevos materiales y diseños estructurales hacen posible mayores dimensiones: ello comporta, generalmente -en las industrias de proceso- una mayor inversión total y, en consecuencia, un alza de la inversión mínima como barrera.

Ahora bien, como ha señalado Stoneman (1983) no existe ninguna razón -ni teórica ni empírica- para anticipar que el cambio tecnológico impulse la escala mínima eficiente en ninguna dirección determinada; la expectativa común no tiene soporte sólido.

La relevancia de las economías de escala guarda relación con las dimensiones del mercado, de modo que si la dimensión mínima óptima constituye un porcentaje reducido del mercado total, el efecto barrera a la entrada será poco relevante (Merhav, 1969) Clifton (1979); este aspecto posee, obviamente, una relevancia notable en el proceso de constitución del Mercado Unico Europeo y en relación con las estrategias de las empresas.

Sahal ha puesto de relieve un aspecto singular de la dinámica de las economías de escala que merece ser destacado. Este autor resume del modo siguiente su esquema analítico:

“Básicamente, una de las pistas más importantes relativas al origen de las innovaciones se halla en el hecho de que las prestaciones de toda tecnología depende de sus dimensiones y de su estructura” (Sahal, 1985; pág. 61). Esta concepción, peculiar, original, identifica como determinante de cierto tipo de innovaciones el crecimiento del mercado y la búsqueda de economías de escala, con la consiguiente reestructuración innovadora del diseño.

En otras palabras y más concretamente: “a medida que una tecnología aumenta o disminuye continuamente, las relaciones existentes entre sus dimensiones y sus exigencias estructurales cambian, lo cual -a su vez- limita severamente el alcance de su ulterior evolución. Así pues, el origen de una amplia variedad de innovaciones radica en “aprender” a superar las restricciones que surgen del proceso de “cambio de dimensiones” de la tecnología objeto de análisis (Sahal, 1985, pág. 161).

En definitiva, su enfoque identifica pues la búsqueda de la reducción de costes por medio de las economías de escala como el elemento determinante de ciertos tipos de innovaciones; el aumento efectivo de la escala, de las dimensiones, exige saltos discontinuos, reestructuraciones en el diseño y la tecnología puesto que surgen desequilibrios, nuevos problemas, que es preciso resolver. Dicho de otro modo, la dinámica de las economías de escala no surgen únicamente de un incremento de las dimensiones dado que éste induce modificaciones estructurales.

El aprendizaje por la práctica. Una de las formas más comunes de cambio técnico incremental -por oposición a radical- es el denominado aprendizaje. Las modalidades de aprendizaje son objeto de creciente consideración su forma principal es el aprendizaje “por medio de la práctica”, con consecuencias variadas sobre la estructura industrial; el aprendizaje “mediante el uso” y la “ingeniería inversa” se hallan menos extendidos y tienen impactos sobre la organización industrial menos identificables.

En los años 30, T.P. Wright observó la reducción del coste directo de producción en función del número acumulado de fuselajes; a partir de esta constatación el aprendizaje por medio de la práctica ha tomado una creciente relevancia. El enfoque actual difiere del formulado por Arrow (1962/63), con la misma denominación. De entre una abundante literatura puede verse Hirsch (1952), Sheshinski (1967), David (1975).

Como es bien conocido, su núcleo lo constituye la reducción del coste unitario en función de la producción acumulada (aunque a menudo sea más preciso un ajuste en función del tiempo).

Una de las expresiones gráficas contemporáneas más comunes es la relativa a la reducción de los costes por bit de información en los diversos tipos de memorias microelectrónicas (Noyce, 1977). El gráfico es a veces interpretado como si el efecto del aprendizaje por la práctica se pusiera de manifiesto en la envolvente; esta interpretación no es correcta pues las diversas curvas decrecientes con el tiempo -o con la producción acumulada- corresponden a productos diferenciados (memorias RAM de 1 K, 4K, etc.).

La explicación de la reducción del coste por bit al aumentar la complejidad hay que buscarla en otras causas (Wilson et al., 1980; pgs. 25-27). Así, aunque los transistores experimentaron reducciones de costes no fue sino con la difusión de los circuitos integrados que aquellos fueron realmente significativos. Los principales patrones de la reducción de coste durante el período de referencia pueden verse en Vegara, 1989, Cap. 5. Una amplia gama de dichas trayectorias tecnológicas y de coste pueden observarse en OECD (1985), Flamm (1987) y Anderla, Dunning (1987): resultan altamente expresivas de las tendencias que se han puesto de relieve.

Las explicaciones del aprendizaje mediante la práctica son diversas y pueden afectar tanto al diseño como a los procedimientos operacionales de producción. Algunos ejemplos típicos en una industria mecánica serían los siguientes:

a) la introducción de pequeñas variaciones operacionales en el diseño inicial, detectadas en base a "prueba y error". Un ejemplo puede ser la adopción de tolerancias de mecanizado menos rigurosas que las específicas inicialmente. El mismo fenómeno puede ocurrir con otros aspectos del microdiseño: los coeficientes de seguridad, las temperaturas extremas a las que se supone se halla expuesto el producto, modificando -de hecho, en este caso- la concepción del "entorno" en el que operar el sistema, etc.; b) un aumento del ritmo efectivo de trabajo (la denominada "actividad"), fenómeno bien conocido entre los analistas de tiempos y métodos y los ingenieros de organización (Vegara, 1971; Cap. 2); este es, no obstante, un fenómeno transitorio. En general, no obstante, la familiaridad, la experiencia psico-motriz permite reducir los tiempos de trabajo efectivamente utilizados (también -ciertamente- por reducción en la comisión de errores y por mejora de la calidad); c) la mejora de la organización y de la programación del proceso de producción. Muchos estudios de "investigación operativa" se inscriben en esta línea: se trata de reducir "los tiempos muertos". Ciertamente existe la alternativa de efectuar previamente dichos trabajos de programación de la actividad pero, con frecuencia, en la realidad, se prefiere el aprendizaje por la práctica.

Véase en Yelle (1979) una exposición panorámica del tema y un análisis global -no formalizado- de sus implicaciones. Yelle (1983) destaca la necesidad

de complementar la "curva de experiencia" con la del ciclo de vida del producto para un análisis completo. La "curva de experiencia" refleja la reducción del precio mientras que la "curva de aprendizaje" se refiere a los costes unitarios. El estudio del **Boston Consulting Group** (1980) sitúa la curva de experiencia en el centro del análisis de las estrategias competitivas.

Realidad empírica: Estudios recientes ponen de manifiesto la presencia del fenómeno en diversas industrias. Así, **Wilson et al.** (1980; p. 27) -a partir del gráfico elaborado por **Noyce** (1977) analizan la microelectrónica, concretamente, las memorias RAM. El análisis de **Lieberman** (1984) se refiere a diecisiete productos químicos, mientras que **Modis, Debecker** (1988) analizan la industria de los ordenadores y la de la aviación es estudiada por **Mechling** (1986). Todos ellos detectan la presencia de aprendizaje por la práctica en sus respectivos campos de análisis.

Implicaciones. El fenómeno posee consecuencias efectivas sobre la política de precios, las rentabilidades diferenciales, etc. Así, es patente que la reducción de los costes unitarios favorece al primer entrante que acumula con éxito ventas de producción propia y confiere al mismo una ventaja diferencial, si no se producen nuevos cambios tecnológicos radicales; en estas condiciones el aprendizaje por la práctica opera como un factor de concentración. **Ross** analiza el caso extremo en que "una empresa puede explotar una ventaja menor en la curva de aprendizaje transformándola en una posición de mercado dominante" (**Ross**, 1986).

Otra implicación en el sentido de favorecer al "primer llegado" consiste en que éste "puede disfrutar de una ventaja por diferenciación subjetiva del producto, especialmente en el marketing de "experience" goods: es decir, de productos cuyas prestaciones resulta difícil evaluar a los usuarios como no sea por medio de la compra y el uso" (**Dorfman**, 1987; p. 36). El trabajo teórico de **Fudenberg, Tirolè** (1983) analiza las consecuencias del aprendizaje por la práctica sobre la conducta y los resultados; el estudio efectuado por **Gilbert, Harris** (1981) explora los resultados sobre la competencia de los efectos conjuntos del aprendizaje por medio de la práctica y de las economías de escala.

El concepto de aprendizaje por el uso ha sido acuñado por **Rosenberg** (1982) a partir de sus estudios sobre la industria de la aviación. Se manifiesta en bienes de equipo complejos para los que es realmente difícil evaluar con precisión las prestaciones, las prácticas óptimas de mantenimiento y otras características específicas. En definitiva, los usuarios experimentan, aprenden pero para que su aprendizaje se traduzca en la práctica necesitan comunicar su experiencia a los productores de los bienes y que éstos tengan una reacción positiva a sus demandas de modificación. La ingeniería inversa constituye otra modalidad efectiva de aprendizaje -relativa ésta al diseño- consistente, como su

denominación sugiere, en rehacer en sentido inverso, a partir del producto o sistema acabado para comprenderlo como un conjunto global y proceder a la misma operación con los elementos y subsistemas y -a partir de este aprendizaje- preceder a su rediseño -y no a su copia estricta- con el fin de evitar problemas de protección legal.

Ahora bien, estas modalidades de cambio tecnológico, por el momento, no han dado lugar a variaciones regulares en aspectos de la organización industrial.

Miniaturización. En una amplia gama de situaciones las "oportunidades tecnológicas", las "innovaciones", procuran avanzar en la vía de las economías de escala cuyas ventajas económicas son conocidas de antemano (obviamente: reducción del coste medio, creación de barreras a la entrada, etc.).

Análogamente, puede efectuarse el análisis de los mecanismos que surgen de la miniaturización de las funciones electrónicas. No era en absoluto obvio que la búsqueda de la miniaturización resultara en una tendencia efectiva a la reducción de costes que, finalmente, sería la clave de amplia difusión de la microelectrónica. Con tecnologías mecánicas la miniaturización comporta costes crecientes; de aquí que los efectos de la miniaturización electrónica resultaran sorprendentes. De hecho, existen dos razones para la existencia de esta asociación:

a) El hecho técnico de que la electrónica opera con información y no procesa materiales; dada esta especificidad, la miniaturización -reduciendo las distancias de recorrido- reduce el consumo de energía y aumenta la velocidad de operación; b) el desarrollo de una tecnología de producción específica, muy bien adaptada a la microproducción: la fotolitografía (Braun, Macdonald, 1984/ Vegara, 1989; Cap. 5).

Sus aspectos cruciales son: a) es un proceso químico, no mecánico de "moldear" formas y, en consecuencia, no se halla bloqueado por los límites de precisión de los procedimientos mecánicos de fabricación; b) utiliza las transformaciones químicas producidas por la luz, de modo que, éstas pueden ser previamente reducidas utilizando elementos ópticos, con un alto nivel de precisión que, en definitiva, hace posible la miniaturización.

Al igual que la búsqueda de economías de escala, la de la miniaturización tiene sendas trazadas hasta que alcanzan sus límites y es preciso un salto cualitativo (p.e.: la miniaturización extrema hace surgir de nuevo problemas de disipación de calor).

Los nuevos diseños de productos y las nuevas técnicas específicas de producción han generado una transformación radical en la electrónica; han creado la posibilidad de elementos miniaturizados, reproducibles, fiables y más económicos: estas características son centrales en la difusión de la microelectrónica.

Sería absurdo intentar aquí ni siquiera esbozar las consecuencias que sobre la Organización Industrial -en sentido amplio- ha tenido y tienen la tendencia a la miniaturización de las funciones electrónicas. Sus efectos son tan generales y difusos que comportan un verdadero cambio de paradigma tecnológico.

SIMULTANEIDAD. MODELOS GLOBALES, EVOLUTIVOS.

Existen algunos desarrollos teóricos que intengan captar la simultaneidad de los efectos. Así, Dasgupta, Stiglitz (1980) presentan un modelo en el que tanto la estructura del mercado como la naturaleza de la actividad inventiva son endógenas. Futia (1980) formula un modelo estocástico de corte schumpeteriano, en el que la concentración y el ritmo de innovación son endógenos.

Otros trabajos en esta línea son los de Nelson (1987) y Nelson y Winter (1982). Veamos brevemente el enfoque de estos dos últimos autores, tal como la exponen en el Cap. 12 de su obra de 1982 ("Competencia dinámica y progreso técnico" pag. 275 ss). Los modelos anteriores contenidos en dicha obra no toman en cuenta las relaciones existentes entre la estructura del mercado, el gasto en el I-D y el progreso técnico). El modelo se refiere a una industria que produce un producto homogéneo; las empresas operan con una sola técnica, específica, caracterizada por los rendimientos de escala y coeficientes de input constantes. Estos datos determinan los costes unitarios al igual que el margen coste-precio; la productividad es distinta según las empresas. Su capacidad de producción se halla limitada por su stock de capital. La oferta de factores se considera totalmente elástica.

Las empresas desarrollan actividades de I-D originales o bien imitan, con los costes correspondientes. Una particularidad del modelo lo constituye el hecho de que incluye la probabilidad de que se introduzcan con éxito innovaciones, a partir de un conjunto dado es proporcional a su gasto en dichas actividades y el resultado es la apropiación de beneficios diferenciales. La estructura del mercado evoluciona endógenamente. La propensión a crecer se halla determinada por la cuota de mercado vigente y el ratio precio/coste: cuanto mayor sea éste más elevada será la propensión a la expansión.

Se trata de un modelo simple que los autores exploran, no analíticamente, sino por simulación. Su enfoque se inscribe en los que los propios autores denominan perspectiva "evolucionista" (Nelson, 1987).

LOS DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN

A pesar de lo indicado previamente sobre la necesidad de englobar la problemática que nos ocupa en el marco más general de los "determinantes de la innovación", si se explora la literatura no puede decirse que este enfoque más global incluya actualmente el papel de tamaño y de la concentración; así se desprende del análisis de un conjunto relevante de trabajos, varios de los cuales constituyen, a su vez, análisis panorámicos del tema.

Conviene precisar que cuando se alude a la "determinación de la innovación" se está haciendo referencia a un complejo conjunto de temas interrelacionados -que no siempre se distinguen cuidadosamente- como son:

a) Los factores que provocan, predominantemente, la aparición de innovaciones y, en especial, el papel de la oferta y la demanda (convenientemente definidas);

b) La dirección -en el sentido de la selección de problemas que aparecen como relevantes y que absorben recursos- y los sesgos en los tipos de soluciones que se adoptan;

c) Los factores que determinan el éxito o el fracaso de la actividad innovadora;

d) Los factores de los que depende el nivel, el ritmo, la intensidad de la innovación. Por nuestra parte centraremos aquí el análisis en el primer aspecto, extendiéndolo -cuando así resulte del enfoque de los autores- al tema de la intensidad innovadora.

Veamos brevemente la posición de autores como **Freeman**, **Rosenberg**, **Coombs et al.** y **von Hippel**, centrada en el papel de la oferta y la demanda como determinante de la innovación.

El primer autor -**Ch. Freeman**- relativiza el papel de la demanda como determinante principal de la innovación; sostiene que dicho papel no es estable a lo largo del ciclo del producto.

La variación del papel de la demanda no se limitaría a la evolución del ciclo del producto sino tendría también una manifestación secular ya que a lo largo del siglo se habría pasado de una lógica de predominio de la demanda a otra en la que las oportunidades de la oferta marcan la pauta. Concretamente, en los estadios iniciales, los desarrollos científicos jugarían un papel de primer orden, papel que -en la fase siguiente- se vería modificado, tomando un nuevo protagonismo la demanda, (en un esquema "a la **Schomookler**", 1962, 1966, 1972 en sus estudios relativos a la invención). Dicho de otro modo:

"En otro estadio del crecimiento de dichas nuevas industrias, las cambiantes configuraciones de la demanda de los consumidores y las exigencias de las mejoras de los procesos pueden llegar a constituir los determinantes principales

de la dirección y de la escala de la invención, produciendo el clásico patrón de Schommoekler de invención inducida por la demanda y tecnología influenciada por la ciencia" (Freeman, 1979; p. 211, ed. cast.). Ciertamente este enfoque tiene puntos de conexión con el que se expondrá más adelante, elaborado por Abernathy y sus colaboradores.

Veamos seguidamente la posición de Rosenberg (1982) quien realiza un balance de un amplio conjunto de estudios empíricos. Dicho autor analiza -concretamente- estudios publicados entre 1959 y 1976 (Rosenberg, 1982; Cap. 10).

La tesis de Rosenberg puede considerarse resumida en los siguientes temas de posición, que parten de constatación de que no está empíricamente demostrado que la demanda sea el elemento dominante en la dinámica del proceso de innovación. Las principales conclusiones que presenta nuestro autor son las siguientes:

"la primacía de las fuerzas de la demanda del mercado simplemente no ha sido objeto de demostración. A un nivel más general, sin embargo, la debilidad de la amplia base conceptual de dichos estudios resulta manifiesta; el uso acrítico de la demanda de mercado como la influencia central en el proceso de innovación no proporciona visiones útiles relativas a las complejidades del proceso". (Rosenberg, 1982; pág. 228).

Nuestro autor sostiene pertinentemente que, en rigor, el aspecto central es por qué una innovación aparece en un período determinado y no en otro. Desde su punto de vista la respuesta se halla relacionada con "cambios" en las condiciones de demanda o de oferta (Rosenberg, 1982; pág. 231) y, por otra parte, con los costes diferenciales que exigen desarrollar distintas ramas del saber científico y teórico. La Ciencia y la Tecnología o mejor dicho -las Ciencias y las Tecnologías- poseen distintos costes de desarrollo: este hecho crucial es olvidado con excesiva frecuencia, siendo realmente clave puesto que -al igual que en la invención, e incluso con mayor motivo- condiciona fuertemente la estructura de la oferta potencial o real.

El enfoque de Coombs, Saviotti y Walsh se resume del modo siguiente: en las fases iniciales parece predominar la oferta tecnológica, las nuevas oportunidades que ofrece el empuje de la tecnología, mientras que en las fases ulteriores cobra mayor relevancia el tirón de la demanda: "Así pues, ni las ideas de Schommoekler ni las de Schumpeter resultan -consideradas aisladamente- adecuadas. Una combinación de las mismas parece explicar el desarrollo de estas industrias" (Coombs et al. 1987; pág. 103).

Los intentos de generalizaciones teóricas son compatibles con la existencia de casos polares, extremos, a) de claro predominio de la demanda -por medio del papel que juegan los usuarios- o bien b) de manifiesto papel dominante de la

oferta.

En relación con el tema de los "nuevos materiales", Forrester (1988) y también Ray (1988) argumentan en favor del papel predominante de la demanda.

Por su parte Von Hippel ha analizado el tema desde la óptica de quién innova, quién es el agente concreto de la innovación: los usuarios, los productores o los suministradores; en definitiva, ha analizado el papel de la oferta y la demanda a través de sus agentes. En su estudio "muestra" que las fuentes de la innovación varían notablemente en la gama de casos que ha analizado, sin pretensiones de exhaustividad. En algunos campos los suministradores de componentes juegan un papel básico; en otros casos, la creencia convencional se muestra cierta y los fabricantes de los productos son los innovadores típicos" (Von Hippel, 1988, pág. 3). Von Hippel había analizado previamente, con carácter pionero, el papel de los usuarios en ciertas innovaciones pero en este trabajo desarrolla y amplía dicho análisis (instrumentación científica, fabricación de fibras de plástico de alta resistencia mediante pultrusión, etc.).

La explicación que proporciona es plenamente ortodoxa: innova el tipo de agente que se halla en mejores condiciones de generar y apropiarse de los beneficios diferenciales que -en caso de éxito- generará la innovación; en apoyo de su tesis aporta el análisis empírico de la mayor parte de los casos seleccionados.

Los usuarios -por ejemplo- se hallan en condiciones óptimas para no desvelar las características de su innovación que podrían facilitar su copia o imitación; por el contrario, por su propia función económica, productores y suministradores deben desvelar algún tipo de información, debilitando su monopolio transitorio (Von Hippel, 1988; pág. 61).

Llegados a este punto y sea cual sea la capacidad explicativa de las diversas formulaciones relativas a los determinantes de la innovación, puede afirmarse que éstas no explican la intensidad innovadora; en realidad no se plantea -por el momento- esta problemática.

Parece razonable pensar que estos temas no pueden ser objeto de un análisis fructífero más que en el marco de una taxonomía adecuada; de otro modo se opera bajo el supuesto implícito de que el mecanismo en acción es idéntico en todos los sectores de la actividad económica. La taxonomía elaborada por Pavitt parece dotada de ciertas potencialidades en esta línea (Pavitt, 1984).

TIPOS POLARES DE DINÁMICA DE LAS INDUSTRIAS

Con la finalidad de analizar la dinámica de las industrias resulta pertinente caracterizar la evolución global del proceso de innovación a lo largo de su despliegue en el tiempo; el proceso global incluye -obviamente- la difusión de la innovación, responsable de los efectos agregados.

Con la finalidad de efectuar dichos análisis resulta de interés analizar el enfoque elaborado básicamente por **Abernathy**; dicho autor ha descrito con claridad la evolución de una nueva industria en términos de lo que denomina "del estado gaseoso a la estandarización", evolución que plantea como válida no sólo para la industria del automóvil, que es su punto de partida analítico sino también para un amplio conjunto de industrias. Dicho enfoque había sido expuesto de modo preliminar unos años antes por **Utterback** y **Abernathy** y ha dado lugar a otros trabajos como el desarrollado por **Abernathy**, **Clark**, **Kantrov**. Otras industrias analizadas por **Abernathy** son las de los reactores, la aviación, los semiconductores, los alimentados procesados y las lámparas de incandescencia, entre otras (**Abernathy**, 1978, Cap. 4/**Utterback**, **Abernathy**, 1975/**Abernathy**, **Clark**, **Kantrov**, 1983; Cap. 2).

El lector observará que el análisis se refiere a una economía -la norteamericana- dotada de capacidad innovadora autónoma; por ello mismo puede constituir un elemento de referencia y contraste para el análisis de otras economías que -precisamente- carecen de la mencionada autonomía.

La línea argumental básica, recogida también en el estudio de la National Academy of Engineering -elaborado con su colaboración y centrada también en la industria automovilística- se expone a continuación de modo libre, no literal (aa.vv., 1982).

El núcleo de su concepción se sintetiza del modo siguiente: se produce una evolución "(...) desde un estado de diversidad tecnológica a otro de estandarización -y por ello mismo, de un estado de cambio rápido y en ocasiones radical u otro de innovación incremental- no es ni un resultado aleatorio ni un hecho específico de la industria del automóvil. La historia de muchas industrias y de muchos productos individuales muestra el mismo desarrollo hacia la madurez estandarizada a partir de una situación previa, más fluida" (aa.vv.; 1982; pág. 35).

Conviene precisar los orígenes de una nueva industria pueden ser flexibles y fluidos, pero si se instala una planta de tecnología estabilizada en otro país -en España, por ejemplo- cuando el producto se halla estandarizado, resulta patente que nos hallamos ante otro objeto de análisis, con patrones específicos, distintos de los expuestos en este trabajo.

Metodológicamente, la "unidad de análisis" relevante para enfocar el tema

es, de acuerdo con el esquema de análisis que se sigue, el conjunto formado por lo que nuestro autor denomina la "unidad de producción" -o sea, la configuración conjunta del proceso de producción y la "gama de productos" correspondientes; su concepción, pues, no separa pues los dos elementos, ya que su evolución se halla interrelacionada, como se indicará más adelante.

Por otra parte, se distinguen dos patrones distintos básicos de proceso global, en el sentido ya precisado de despliegue temporal de las innovaciones y que constituyen dos configuraciones polares del proceso, analizando sus relaciones; los dos procesos dan lugar a dos dinámicas industriales diferenciadas. Los dos patrones se exponen en orden inverso al contenido en el trabajo inicial de Abernathy, por considerarlo más acorde con la eventual situación real.

1) Primer patrón: desde la óptica de la indicada unidad de análisis destaca un primer patrón de proceso de innovación, entendiendo por tal -como se ha indicado ya- no sólo la innovación en sentido estricto, sino la evolución global de la industria del proceso desencadenado por una innovación que ha tenido éxito.

El primer patrón se refiere, básicamente, a un nuevo producto emergente, todavía no consolidado, con prestaciones caracterizadas por su variación, por su plasticidad, a las reacciones de la demanda. Los cambios radicales o las novedades afectan -básicamente- a las prestaciones de los productos; la consiguiente incertidumbre y la necesaria adaptación al cambio exige flexibilidad y plasticidad, tanto en el diseño del producto como en lo relativo al proceso de producción que acostumbre a ser poco especializado: de aquí la consideración conjunta de ambos bajo la denominación de "unidad de producción".

Los cambios radicales de producto se hallan asociados a la incertidumbre que rodea a la identificación de las prestaciones adaptadas a las exigencias de un nuevo mercado potencial escasamente conocido; con frecuencia, el mercado sólo responde ante modelos concretos, ante gamas de prestaciones determinadas, limitadas. Por la misma razón puede coexistir diversas tecnologías, sin que ninguna de ellas se haya impuesto todavía como dominante.

Los ejemplos podrían multiplicarse: la fase inicial de desarrollo y difusión de:

- el automóvil constituye el paradigma del análisis de Abernathy: llama la atención la variedad inicial de diseños radicalmente distintos, especialmente en lo relativo al motor (vapor, electricidad, petróleo, gasolina, etc.); la opción básica parece situarse en la elección de la gasolina como combustible (aa.vv. 1982; Cap. 3).

- los ordenadores presentan -en sus primeras etapas- una evolución también significativa; (Bashe et al., 1986/Flamm; 1987).

- los microprocesadores: véase, por ejemplo, en Braun, Macdonald (1982),

Dorfman (1987) y en otros muchos trabajos, la descripción de la rápida evolución del diseño de los semiconductores y la ampliación de sus usos y, de un modo especial, el papel del transistor planar y del proceso de la fotolitografía (Vegara, 1989; Cap. 5).

- **Dorfman (1987)** aporta pertinentes monografías relativas a diversos tipos de ordenadores, impresoras, memorias de disco, etc.

Los otros casos estudiados por **Abernathy** han sido ya mencionados.

En este contexto inicial, la competencia se concentra no tanto en el precio como en la gama y el nivel de las prestaciones; la fluidez, la incertidumbre, afectan básicamente a las prestaciones del nuevo producto que se impondrán. En consecuencia, nadie "conoce con certeza las necesidades del mercado o qué pueda ser finalmente el producto o que debería ser. Los competidores responde a esta ausencia de acuerdo probando diversas configuraciones proceso-producto o diversos diseños" (**Abernathy, Clark, Kantrov, 1983; p. 20**).

2) Un segundo patrón de innovación tiene su manifestación, su expresión típica en la evolución global de líneas de producción de grandes series como son los motores de automóvil y los propios automóviles, las bombillas de filamento incandescente, los aceros laminados, la gasolina, según los propios ejemplos que analiza **Abernathy**. Otros productos que -por sus características- podrían incluirse de pleno derecho son -en su fase madura- los microordenadores, multitud de electrodomésticos, motocicletas, etc.

Los rasgos esenciales de este segundo patrón se pueden caracterizar del modo siguiente: "Los mercados de dichos productos se hallan bien definidos, las características de dichos productos se hallan bien definidas y con frecuencia se hallan estandarizados; la competencia opera básicamente en términos de precios. Los márgenes de beneficio unitario son generalmente reducidos. La tecnología de producción es eficiente, intensiva en equipo y especializada para producir un producto determinado. El cambio es costoso por cuanto en este tipo de sistemas las innovaciones de producto y de proceso se hallan vinculadas, de modo que una alteración en cualquier aspecto singular posee ramificaciones en muchos otros" (**Abernathy, 1978; pág. 20**).

La evolución técnico-económica y las dimensiones del mercado han conducido a un proceso de producción especializado, adaptado al diseño del producto y con las economías de escala que las dimensiones del mercado permite; en este contexto de tecnología de proceso estabilizada, las innovaciones son básicamente incrementales, en tanto no se produzca un salto en un conjunto articulado de "unidades productivas" o una importante modificación en las prestaciones demandadas. La evolución típica conduce pues a mercados extensos, de masas y a tecnologías de producción caracterizadas por economías de escala.

Relaciones entre patrones: Como se ha indicado ya previamente, la

expresión sintética del proceso puede expresarse del modo siguiente: de la fluidez de los orígenes a la madurez estandarizada. Abernathy subraya que existen relaciones típicas entre los dos patrones de evolución: generalmente no se trata de procesos independientes sino que -generalmente- constituyen dos fases sucesivas -con matices- en el proceso global de la evolución de una innovación que ha tenido éxito.

La expresión sintética del proceso puede expresarse del modo siguiente: de la fluidez de los orígenes a la madurez estandarizada. Por otra parte y por lo que se refiere a las modalidades de innovación se identifica una sucesión clara: "El modo predominante de innovación se desplaza de la innovación radical a la innovación incremental y el proceso de innovación aumenta su importancia relativa respecto a la innovación de producto" (Abernathy, 1978; pág. 80); una innovación incremental típica de esta fase lo constituye la substitución de materiales.

Un punto crucial a destacar lo constituye el hecho de que la: "estandarización del diseño del producto modifica el campo de juego de la competencia. Las batallas en el mercado no se plantean ya sobre qué es el producto o sobre qué debería poder hacer. El terreno de la competencia se desplaza a los costes de producción" (aa.vv. (1982); pág. 2). Abandonamos pues la competencia schumpeteriana y nos aproximamos a la competencia convencional.

En esta fase se crean las condiciones para la aparición de procesos de producción caracterizados por la economía de escala. Previamente resulta paptente que no existían las condiciones previas necesarias. Así pues, se desarrollan también las condiciones que hacen viable una estructura concentrada (a nivel de unidad de producción) como situación relativamente estable. (Dorfman, 1987; pág. 209).

En este contexto una "industria madura" se caracteriza por la estabilidad tecnológica y la consiguiente mayor facilidad de copia (mediante ingeniería inversa, por ejemplo). Esta caracterización resulta particularmente relevante para analizar la movilidad internacional de los procesos de producción y su transferencia, en especial en una economía como la española a la que se transfieren básicamente procesos "maduros".

El proceso de transición del estado fluido al estandarizado presenta un conjunto de regularidades relativas a un conjunto de características; concretamente, según nuestro autor:

"engloban el papel de un diseño dominante del producto, las características dela línea de productos, la naturaleza cambiante de la innovación, la mejora en la productividad del trabajo directo, los cambios en el proceso de producción, los criterios de rendimiento y prestación, los estímulos a la innovación, y los medios organizativos de coordinación y control" (Abernathy, 1978; pág. 75-

80).

Aparece la posibilidad y la alta probabilidad de un diseño dominante. Como se habrá observado, el papel del diseño, de la consolidación de un esquema dominante, repercute de modo decisivo sobre las modalidades concretas del proceso de producción que se consolida.

La progresiva estandarización del producto y del proceso juega un papel crucial en la dinámica descrita, especialmente, posibilitando la aparición de economías de escala, al aumentar los niveles de producción.

Obviamente, debe relativizarse el carácter secuencial de los dos patrones de evolución de las industrias ya que no todas las que surgen fluidas alcanzan la estandarización; la explicación debe buscarse -seguramente- en la ausencia de condiciones para el desarrollo de tecnologías de producción caracterizadas por las economías de escala o, más simplemente, por las limitadas dimensiones del mercado.

Diseño; diseño dominante. El diseño básico de un producto se va concretando progresivamente hasta que se produce una cierta consolidación. Un diseño básico, dominante, impone restricciones a sus ulteriores desarrollos, focalizando la atención hacia determinados problemas; por ejemplo, en el caso del automóvil, una vez establecido como dominante -primeros de siglo- el motor de gasolina, el "menú" de problemas a resolver quedó prácticamente establecido (Clark, 1985). De aquí -de la consolidación, robustez y flexibilidad- surgen los diseños "dominantes" durante un período de tiempo más o menos prolongado.

Un ejemplo arquetípico lo constituye el avión bimotor Douglas DC-3, dominante durante tres décadas. Caracterizado por su fuselaje metálico, el tren de aterrizaje retráctil, 20-30 pasajeros, etc. del que se produjeron miles de unidades -incluso en la URSS- y dio lugar a múltiples variantes, manteniendo el diseño básico (+). La aparición del reactor -con su radical salto en las prestaciones- motivó la obsolescencia del indicado diseño dominante (Williams, 1982; Cap. 22/Gardiner, 1986a, 1986b/Roserberg, 1982; Cap. 8). Otros ejemplos lo constituyen el "escarabajo" VW, el Citroën 2CV o el típico automóvil U.S.A. de los años cincuenta-setenta (aa.vv. 1982/Altshuler, 1984; Cap. 2/Gardiner, 1986a, 1986b).

En las condiciones de la fase fluida difícilmente existirá una estructura industrial estabilizada; la demografía empresarial será dinámica; la concentración expresará -generalmente- situaciones de ventaja transitorias pero no existen las bases de una concentración estable, relativamente duradera. En algunos casos pueden existir ventajas duraderas para los que dan el primer paso ("first movers"). Un ejemplo típico, de la postguerra, lo constituye la industria microelectrónica. Por el contrario, la fase de la estandarización -si se halla acompañada de economías de escala- abre las puertas a la concentración si existe una

relación adecuada entre la escala mínima óptima con las dimensiones del mercado (Wilson et. al, 1980; Caps. 3 a 5/Braun, MacDonald, 1982; Caps. 6, 10, 11).

La viabilidad del rejuvenecimiento industrial. Una aparente limitación de este enfoque radica en que sugiere una visión sistemáticamente unidireccional de la evolución de las industrias, es decir, que una vez una industria ha alcanzado la madurez ya no puede recobrar los rasgos característicos de una fase dinámica, innovadora, alejada del conservadurismo propio de la etapa de madurez. Ahora bien, nuestros autores argumentan que -en determinadas circunstancias- es viable un movimiento inverso que hace viable un rejuvenecimiento (Abernathy, Clark, Kantrow, 1983; Parte III/Abernathy, Clark, 1985; pág. 18):

La dinámica "unidireccional" puede flexionarse si se produce una modificación importante -y, en cierto modo, exógena a las pautas vigentes- en las condiciones de producción, en la demanda o en las normas de la regulación pública.

Por ejemplo: a) el alza de los precios del petróleo; b) las consecuencias de la regulación antipolución; c) la incorporación de la microelectrónica a las prestaciones del producto; d) la incorporación de la automatización flexible al proceso de producción. Examinemos brevemente los dos últimos impactos, dada su mayor relevancia.

La incorporación de nuevas tecnologías para mejorar o ampliar las prestaciones de los productos tiene como principal instrumento actual la microelectrónica. Ya se han señalado algunas de las nuevas prestaciones que permite su inclusión en el caso del automóvil (regulación electrónica del encendido, control ambiental, frenado antibloqueo, etc.). Puede citarse también las posibilidades de autocompensación en el instrumental científico, la transformación de la tarjeta magnética de uso financiero en un instrumento activo y no simplemente pasivo. Los ejemplos podrían multiplicarse, especialmente dado el carácter central y polivalente de las prestaciones de la microelectrónica (Vegara, 1989).

En el campo de los procesos de producción es preciso destacar el papel crucial del diseño modular y de la automatización flexible siendo el segundo aspecto el más novedoso y cargado de implicaciones para el tema que nos ocupa; el diseño modular se halla ya asimilado y constituye uno de los fundamentos de la variedad.

El diseño y la producción modular constituyen un elemento básico de la variedad del diseño final de los productos ya que la combinación de módulos distintos (motores, carrocerías, etc.) permite ofrecer una gama de productos diferenciada pero producida con procesos tecnológicos similares.

En los años sesenta se produjo un fuerte desarrollo de la automatización

"rígida", cuyo eje lo constituía una secuencia de máquinas-herramientas "transfer" y se caracterizaba por el alto coste asociado a la introducción de cambios (Touraine, 1955/Pollock, 1959).

Actualmente destaca, por el contrario, el nuevo papel de la automatización flexible, controlada por medio de ordenador y que incluye la "robótica flexible"; su rasgo fundamental es que no sólo es programable sino también reprogramable con sus potencialidades de facilitar medios de producción eficientes especialmente adaptados a las exigencias de la flexibilidad y adaptación, propias del primer patrón. Por el contrario, el principal inconveniente de la "automatización rígida" -convencional- es el elevado coste que suponen las adaptaciones a los cambios, lo cual opera como un freno a la innovación (OCDE (1982), OTA (1984b), Ayres (1984), (1986), (Ayres, Miller, 1983), Gold (1986), Charles, Monk, Sciberras (1989).

La nueva combinación de costes fijos y variables constituye una innovación radical en el sector de los medios de producción; básicamente permite unos altos niveles de automatización también para series de dimensiones cortas o medias, permitiendo conservar -en caso de transformación limitada del producto- la mayor parte del hardware operacional y de control.

Escapar a la rigidez asociada a la automatización tradicional ha sido la fuerza básica que ha impulsado a desarrollar la "automatización flexible", basada en los robots programables (de manipulación, soldadura, etc.) y en las máquinas herramientas controladas por ordenador. Los ordenadores cumplen además funciones de coordinación; el conjunto es susceptible de operar diversas variantes mediante modificaciones en la programación y en el utillaje.

En el caso de la industria del automóvil, la automatización flexible permite una evolución y diferenciación de los modelos sin incurrir en desinversiones costosas, recobrando la variedad y quebrando la estandarización. En definitiva, resulta viable el rejuvenecimiento de una industria madura o dicho de otro modo, la reversibilidad parcial del carácter unidireccional de la evolución descrita inicialmente (Abernathy, 1983/Altshuler et al. 1984).

Ciertamente, esta evolución se produce y se desarrollará en otras industrias y afecta al proceso de producción; el impacto sobre las empresas -más allá de la posibilidad de "rejuvenecer" su perfil- con la consiguiente mejora de su adaptabilidad y de su competitividad, resulta difícil de anticipar. De aquí que la prospectiva sobre el sector automóvil realizada por el equipo del MIT dirigido por el ya citado Altshuler apunte en la línea de pocos cambios en las empresas ensambladoras finales ("las marcas") pero, por el contrario, anticipe cambios radicales a nivel de las empresas suministradoras de subsistemas (motores, transmisiones, subsistemas eléctricos y electrónicos, etc.).

La indicada evolución de la tecnología de producción incide no sólo sobre

el proceso de rejuvenecimiento de determinadas industrias sino que -obviamente- constituye la base productiva del desarrollo de nuevas industrias y sectores.

Consideraciones finales. Obviamente, los tipos de dinámica industrial que se han expuesto no cubren todos los casos presentes en la realidad; en especial, no engloban los casos de industrias en regresión, por reducción de la demanda, por surgimiento y desarrollo de una industria productora de bienes substitutivos, etc. Por otra parte, los aspectos relacionados con la competencia internacional aparecen claramente infravalorados.

La visión expuesta en esta última parte no puede considerarse, ciertamente, como un análisis estructurado de modo completo ni sólidamente articulado, pero sí se puede razonablemente pretender que constituye un esquema analítico fecundo, en especial, por su incorporación de la tecnología y del cambio tecnológico en la evolución de la dinámica de la organización industrial. El grado de concreción del diseño, el tipo de cambio tecnológico predominante, la importancia de las economías de escala, la posibilidad de un rejuvenecimiento, constituyen elementos que configuran un esquema analítico más potente para el análisis de la evolución de las industrias que los esquemas tradicionales.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (1982) *The competitive status of the US Auto Industry*, National Academy Press, Washington, DC, 1982.
- AA.VV. (1986) "Actas de las 1as. Jornadas de Economía Industrial", *Investigaciones Económicas*, suplemento 1986.
- AA.VV. (1987) "2as. Jornadas de Economía Industrial", *Investigaciones Económicas*, sept., 1987.
- AA.VV. (1988) "3as. Jornadas de Economía Industrial", *Investigaciones Económicas*, sept. 1988.
- ABERNATHY, W.J. (1983), *The Productivity Dilemma*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1983.
- ABERNATHY, W.J.; CLARK, K.B. (1985) "Innovation: Mapping the Winds of creative destruction", *Research Policy*, february 1985.
- ABERNATHY, W.J.; KANTROV, A.M. (1983), *Industrial Renaissance*, Basic Books, New York, 1983.
- ALTSHULER, A. (1985) *The Future of the Automobile*, Unwin Paperback, Boston, 1985.
- ANDERLA, G.; DUNNING, A. (1987) *Computer Strategies 1990-9*, J. Wiley, New York, 1987.

- ARROW, K.J. (1962/63), "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic studies*, 1962/63.
- AYRES, R.U. (1984), *The Next Industrial Revolution*, Ballinger, Cambridge, Mass. 1984.
- AYRES, R.U. (1986), "Computer-Integrated Manufacturing and the New Industrial Revolution", in *Dermer*, ed. (1986).
- AYRES, R.U.; MILLER, S.M. (1983) *Robotics, Applications and social implications*, Ballinguer, Cambridge, Mass., 1983.
- BAIN, J.S. (1956) *Barriers to New Competition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1956.
- BAIN, J.S. (1968) *Industrial Organization*, J. Wiley & Sons, New York, 1968.
- BALDWIN, W.L.; SCOTT, J.T. (1987) *Market structure and Technological Change*, Harwood Academic Pu., New York, 1987.
- BASHE, Ch. et al. (1986), *IBM's early Computers*, The MIT Press, Cambridge, Mass. 1986.
- BOSTON CONSULTING GROUP (1980) *Les mécanisme fondamentaux de la compétitivité*, Eds. Hommes et Techniques, Suresnes, 1980.
- BRAUN, E., MACDONALD, S. (1982) *Revolution in Miniature*, Cambridge University Press, Cambridge U.P., 1982.
- BRESNAHAM, T.F.; CHAMALENSE, R. (1988) *The empirical renaissance of industrial economics*, Blackwell, New York, 1988.
- BUESA, M.; MOLERO, J. (1988) *Estructura Industrial de España*, Fondo de Cultura Económica-Paideia, México-Madrid, 1988.
- CHARLES, D.; MONK, P.; SCIBERRAS, E. (1989) *Technology and competition in the International Telecommunications Industry*, Pinter Pu., London, 1989.
- CLARK, K.B. (1985) "The interaction of desing hierarchies and market concepts in technological evolution", *Research Policy*, october 1985.
- CLIFTON, J. (1979), "Competition and The Evolution of Capitalism", *Cambridge Journal of Economics*, june 1979.
- COHEN, W.M., LEVIN R.C., MOWERY, D.C. (1987) "Firm Size and R&D Intensity: a Re-examination", in *Bresham, Schmalensee*, eds. 1987.
- COCKERILL, A. (1974) *The Steel Industry*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1974.
- CONLEY, P. (1970) "Experience curves as a planning tool", *IEEE Spectrum*, June 1970.
- COOMBS, R. (1988) "Technological opportunities and industrial organization", in *Dosi et al.*, eds. (1988).
- COOMBS, R. et al. (1987) *Economics and Technological Change*, MacMillan Education Ltd., London, 1987.
- DASGUPTA, P. STIGLITZ, J. (1980a) "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity", *Economic Journal*, 1980, pp. 263-293.
- DASGUPTA, P., STIGLITZ, J. (1980) "Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R&D", *Bell Journal of Economics*, 11, 1-28.
- DAVID, P. (1975) *Technical choice innovation and economic growth*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass., 1975.

- DERMER, J. ed. (1986) *Competitiveness through technology*, Lexington Books, Cambridge, Mass., 1986.
- DERRY, T.K., WILLIAMS, T.I. (1960) *A Short History of Technology*, Oxford University Press, Oxford (versión castellana: Siglo XXI, Madrid).
- DORFMAN, N.S. (1987) *Innovation and Market structure. Lessons from the Computer and Semiconductor Industries*, Ballinger, Pu. Co., Hagerstown, 1987.
- DOSI, G. (1984) *Technical Change and Industrial transformation*, Macmillan, New York, 1984.
- DOSI, G. et al. eds (1988) *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Pu., London, 1988.
- FISHER, F.M. et al. (1983) *Folded, Spindled and Multitiled. Economic Analysis and U.S. vs IBM*, The MIT Press, Cambridge, 1985.
- FLAMM, F. (1987) *Targeting the Computer. Government Support and Industrial Competition*, The Brookings Institution, Washington, D.C., 1987.
- FORRESTER, T. ed. (1988) *The Materials Revolution*, Basil Blackwell, Oxford, 1988.
- FREEMAN, Ch. (1974) *The Economics of Industrial Innovation*, Penguin Books, Harmondsworth, 1974 (Traducción al castellano en Penguin Alianza, Madrid, 1974).
- FREEMAN, Ch. ed. (1986) *Desing, Innovation and Long Cycles in Economic Development*, Frances Pinter, Pu. London, 1986.
- FUNDENBERG, D.; TIROLE, J. (1983) "Learning by doing and market performance", *Bell Journal of Economics*, 14, p. 522-530.
- FUTIA, C.A. (1980) "Schumpeterian Competition", *Quarterly Journal of Economics*, 94, pp. 675-695.
- GARDINER, J.P. (1986a), "Desing Trajectories for Airplanes and Automobiles", in *Freeman, Ch.*, ed. (1986).
- GARDINER, J.P. (1986b), "Robust and Lean Desing with State of the Art Automobile and Aircraft Exemple", in *Freeman, Ch.*, ed. 1986.
- GILBERT, R.; HARRIS, R. (1981) "Investment Decisions with Economies of Scale and Learning", *American Economic Review*, may 1981.
- GOLD, B. (1982) "Robotics, Programmable Automation and International Competitiveness", *IEEE Transactions on Engineering Management*, nov., 1982.
- GOLD, B. (1986) "Perspectives on Continuing Advances in Automation: Past Limitations and Emerging Potentials", *Technovation*, 4, 1986.
- HIPPEL, E. von (1988) *Sources of Innovation*, Oxford U. Press, Oxford, 1988.
- ACQUEMIN, A. (1987) *The New Industrial Organization*, Clarendon Press, Oxford, 1987.
- JAMIEN, M.I.; SCHWARTZ, N.L. (1982) *Market Structure an Innovation*, Cambridge University Press, 1982.
- LAFUENTE, A.; SALAS, V.; YAGÜE, M^a J. (1985) *Productividad, capital tecnológico e investigación en la economía española*, MINER, Madrid, 1985.
- LEVIN, R.C.; COHEN, W.M.; MOWERY, D.C. (1985) "R&D Appropriability, Opportunity and Market Structure: New evidente on some Schumpeterian Hypothesis", *American Economic Review*, 75, 2 (may), pp. 20-24.

- LIEBERMAN, M.B. (1984) "The learning curve and pricing in the chemical processing industries", *Rand Journal of Economics*, vol. 15, pp. 213-228.
- LOURY, G.C. (1979) "Market structure and innovation", *The Quarterly Journal of Economics*, pgs. 395-410, 1979.
- MANSFIELD, E. (1968a) *The Economics of Technological Change*, W. W. Norton, New York, 1968.
- MANSFIELD, E. (1968b), *Industrial Research and Technological Innovation*, W.W. Norton & Co., New York, 1968.
- MANSFIELD, E. ed. (1974) *Monopoly Power and Economic Performance*, W.W. Norton, New York, 1974.
- MASON, E.S. (1951) "Schumpeter en el monopolio y en la gran empresa", aa.aa. *Schumpeter, social scientist*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1951 (versión castellana: Oikos-Tau, Vilasar de Mar, 1965).
- MECHLING, G.W. (1986) "Long term Technological Development in Commercial Aircraft", *Technological Forecasting and Social Change*, 149-166, 1986.
- MERHAV, M. (1969) *Technological Dependence, Monopoly and Growth*, Pergamon Press, Londres, 1969 (versión castellana: Eds. Periferia, Buenos Aires, 1969).
- MODIS, T.; DEBECKER, A. (1988) "Innovation in the Computer Industry", *TFSch*, 33, 267-278, 1988.
- MODY, A.; WHEELER, D. "Technological Evolution of the Semiconductor Industry", *TFSch*, november 1986.
- NELSON, R.R. (1959), "The Economics of Invention: A Survey of the Literature", *The Journal of Business*, april 1959.
- NELSON, R.R. (1987) *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*, North Holland, Amsterdam, 1987.
- NELSON, R.; PECK, M.; KALACHEK, E. (1967) *Technology, Economic Growth and Public Policy*, Rand Co., Santa Mónica, 1967.
- NELSON, R.R.; WINTER, S. (1982c) *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, 1982.
- OECD (1982) *Micro-electronics, Robotics and Jobs*, OECD, Paris, 1982 (versión castellana del Ministerio de Industria, Madrid, 1985).
- OTA (1984) *Computerized Manufacturing Automation*, OTA, Washington, 1984.
- PAVITT, K. (1980) *Technical Innovation and the British Economic Performance*, McMillan, London, 1980.
- PAVITT, K. (1984) "Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, 1984.
- PHILLIPS, A. (1971) *Technology and Market Structure: A Study of the Aircraft Industry*, Lexington Books, Lexington, Massachusetts, 1971.
- POLLOK, F. (1959) *La automatización*, Ed. Sudamericana, Buenos Aires, 1959.
- PRATTEN, C. "A Survey of Economies of Scale" in *Research on the "Cost of Non-Europe. Basic Findings"* Vol. 2, Commission of the European Communities, Brussels, 1988.
- RAY, G.F. (1988) "Innovation in materials", in *Forrester, T. ed. (1988).*

- ROSENBERG, N. (1976) *Perspectives on Thecnology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- ROSENBERG, N. (1982), *Inside the Balck Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
- ROSS, D.R. (1986) "Learning to Dominate", *The Journal of Industrial Economics*, june 1986.
- ROY, R.; WIELD, D. (1986) *Product Design and Technological Innovation*, Open University Press, Philadelphia, 1986.
- SAHAL, D. (1985b) "Technological guidespost and innovation avenues", *Research Policy*, april 1985.
- SHERER, F.M. (1973) "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions", *American Economic Review*, december 1965.
- SHERER, F.M. (1965) *Industrial Structure and Economic Performance*, Rand McNally & Co., Chicago, 1973.
- SHERER, F.M. (1984) *Innovation and Growth*, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1984.
- SCHMOOKLER, J. (1962), "Economic Sourcers of Inventive Activities", *Economic Journal*, march, 1962.
- SCHMOOKLER, J. (1966) *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, 1966.
- SCHMOOKLER, J. (1972) *Patents, Invention and Economic Change*, Harvard, University Press, Cambridge, 1972.
- SCHUMPETER, J.A. (1942) *Capitalism, socialism and democracy*, Harper, New York, 1942 (versión castellana: Aguilar, Madrid, 1963).
- SMILEY, R.H.; DAVID, S.A. (1983) "The importance of Being First: Learning Price and Startegy", *Quarterly Journal of Economics*, may 1983.
- TOURAINE, A. (1955) *L' evolution du travail ouvrier aux Usines Renault*, CNRS, París, 1955.
- UTTERBACK, J.M.; ABERNATHY, W.J. (1975), "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *Omega*, 6, vol. 3, 1975.
- VEGARA, J. M^a (1971) *La organización científica del trabajo ¿ciencia o ideología?*, Ed. Fontanella, Barcelona, 1972.
- VEGARA, J. M^a (1988) *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*, Alianza Ed., Madrid, 1989.
- WEIL, U. (1982), *Information System in the 80's*, Prentince Hall, New Jersey, 1982.
- WILLIAMS, T.I. (1982) *A Short History of Twentieth-Century Technology (1900-1950)*, Clarendon Press, Oxford, 1982.
- YELLE, L.E. (1979), "The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey", *Decision Sciences*, 1979.
- YELLE, L.E. (1983) "Adding Life Cycles to Learning Curves", *Long Range Planning*, 82-87, 1983.